

## ABSTRAK

Pada Tugas Akhir ini dibahas perancangan pengendali berorde minimum melalui dua cara. Cara pertama, plant berorde tinggi direduksi, kemudian dari plant berorde rendah tersebut didesain pengendali berorde minimum dengan menggunakan teknik  $H_\infty$ . Cara kedua, dari plant berorde tinggi didesain pengendali berorde tinggi, kemudian pengendali berorde tinggi tersebut direduksi. Disini digunakan metode pemotongan setimbang untuk mereduksi plant dan pengendali. Prosedur dari metode ini dapat diekspresikan sebagai berikut: mula-mula ruang keadaan dari plant/pengendali berorde tinggi ditransformasi menjadi realisasi setimbang sedemikian sehingga nilai singular sistem berturut turun dari besar ke kecil. Kemudian plant/pengendali tereduksi dapat diperoleh dengan memotong keadaan yang bersesuaian dengan nilai singular kecil. Dikaji syarat perlu untuk kestabilan dari plant tereduksi. Dengan menggunakan norm  $H_\infty$  diteliti batas atas terkecil dari kesalahan reduksi. Untuk memverifikasi kinerja dari pengendali minimum, pengendali ini diaplikasikan ke struktur elastis untuk meredam getaran. Kinerja pengendali berorde minimum yang diperoleh dengan reduksi pengendali lebih baik daripada pengendali berorde minimum yang diperoleh dengan reduksi plant.

**Kata kunci :** Reduksi orde plant, reduksi orde pengendali, metode pemotongan setimbang, norm  $H_\infty$ , perancangan pengendali berorde minimum, fungsi alih tertutup



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Dalam kehidupan manusia, aktifitas adalah sesuatu yang mutlak dibutuhkan dalam rangka menjaga eksistensinya didalam dunia ini. Untuk menyelesaikan aktifitas tersebut pada umumnya melibatkan suatu sistem kendali, agar aktifitas tersebut sesuai dengan apa yang dikehendaki.

Sistem adalah kombinasi dari beberapa komponen yang bekerja bersama-sama melakukan tujuan tertentu [6]. Sedangkan kata kendail mempunyai makna mengatur, mengarahkan atau memerintah. Sehingga sistem kendali adalah susunan komponen fisik yang dihubungkan sedemikian rupa sehingga dapat memerintah, mengarahkan, mengatur diri sendiri atau sistem lain.

Suatu sistem terdiri dari masukan, proses dan keluaran. Sistem kendali secara prinsip bermaksud mendefinisikan suatu masalah atau keluaran. Masukan adalah rangsangan atau perangsangan yang diterapkan ke sebuah sistem kendali dari sumber energi luar agar menghasilkan tanggapan tertentu dari sistem kendali tersebut. Keluaran adalah tanggapan sebenarnya yang diperoleh dari sebuah sistem kendali.

Berdasarkan tindakan kendalinya [6], sistem kendali digolongkan kedalam dua kategori, yaitu sistem kendali lup (lintasan) terbuka dan sistem kendali lup tertutup. Sistem kendali lup terbuka adalah sistem yang tindakan kendalinya bebas dari keluarannya. Sedangkan sistem kendali lup tertutup adalah sistem kendali



yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengendaliannya. Ciri dari sistem kendali lup tertutup yang keluarannya bisa dibandingkan dengan masukannya adalah umpan balik. Sistem kendali umpan balik berfungsi untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati nilai yang diinginkan. Suatu besaran yang sangat penting dalam analisa sistem kendali umpan balik adalah fungsi alih  $G(s)$ .

Banyak masalah nyata mempunyai representasi persamaan ruang keadaan yang berorde tinggi. Perancangan pengendali dengan teknik  $H_\infty$  akan menghasilkan pengendali dengan orde yang sama dengan orde plant. Dari segi implementasi pengendali berorde tinggi tidak efisien, karena dapat menimbulkan kesalahan numerik dan biaya komputasi yang mahal. Oleh karena itu akan dicari pengendali berorde rendah. Orde adalah dimensi dari vektor keadaan dalam realisasi minimal suatu sistem.

Pengendali berorde rendah dapat dicari melalui dua cara. Pertama adalah, plant yang berorde tinggi direduksi sehingga menghasilkan plant berorde rendah. Kemudian dari plant berorde rendah tersebut dirancang pengendali berorde tinggi dengan menggunakan teknik  $H_\infty$ . cara yang kedua adalah, dari plant berorde tinggi dirancang pengendali berorde tinggi dengan menggunakan teknik  $H_\infty$ . kemudian pengendali berorde tinggi tersebut direduksi sehingga menghasilkan pengendali berorde rendah. Selanjutnya kinerja pengendali berorde rendah yang diperoleh melalui cara pertama dan kedua dibandingkan.  $H_\infty$ .

Berbagai macam teori dan alat bantu reduksi model dengan segala kelebihan dan kelemahannya pun ditawarkan diantaranya adalah metode *subruang*



Krylov, metode Lanczos, metode LMI's (*Linier Matrices Inequalities*) metode akar kuadrat, metode pemotongan setimbang (*balanced truncation*) dll. Metode reduksi yang digunakan adalah metode pemotongan setimbang.

Permasalahan reduksi model adalah menemukan pendekatan fungsi alih berorde rendah, dari fungsi alih berorde tinggi sedemikian sehingga norm  $H_\infty$  dari selisih fungsi alih berorde tinggi dan rendah adalah minimum.

## 1.2 TUJUAN PENULISAN

### 1.2 PERMASALAHAN

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana mereduksi orde plant dan pengendali dengan menggunakan metode Pemotongan Setimbang.
2. Bagaimana menganalisa kesalahan reduksi dari metode Pemotongan Setimbang yang digunakan.
3. Bagaimana mendesain pengendali berorde minimum dengan menggunakan tehnik  $H_\infty$  dan mengaplikasikannya pada bangunan bertingkat untuk meredam getaran.
4. Bagaimana membandingkan kinerja pengendali berorde minimum yang diperoleh melalui reduksi orde plant dan orde pengendali.

### 1.3 BATASAN MASALAH

Dalam tugas Akhir ini akan dibahas penyelesaian masalah reduksi orde plant dan pengendali, dengan batasan masalah sebagai berikut.